

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-011701

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl.

G11B 5/00

G11B 20/18

G11B 20/18

G11B 20/18

(21)Application number : 08-165781

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 26.06.1996

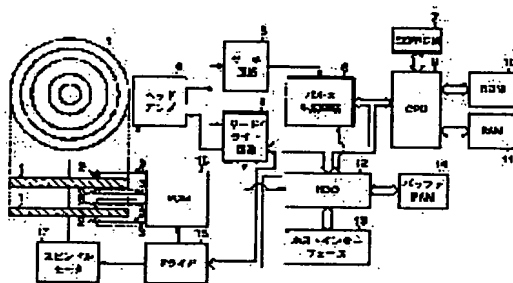
(72)Inventor : IMAI YUTAKA

(54) MAGNETIC DISK DEVICE AND FAULT PREDICTING METHOD FOR THE SAME DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic disk device and the fault predicting method for the same device capable of performing a correct fault diagnosis without lowering the performance.

SOLUTION: A first diagnosis by the number of collections of error collection codes(ECC) is performed in a normal time (non-alarm time) and a second diagnosis by the error rate is performed in fault alarming based on the first diagnosis result. These first and second diagnosis are realized by a firmware which is coded in a ROM 10 and controls media 1, a RAM 11 and a buffer RAM 14 or the like.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-11701

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 5/00 20/18	5 0 1	9559-5D	G 1 1 B 5/00 20/18	D 5 0 1 C 5 0 1 F 5 5 0 C 5 7 2 B
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平8-165781

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月26日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 今井 裕

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会
社東芝青梅工場内

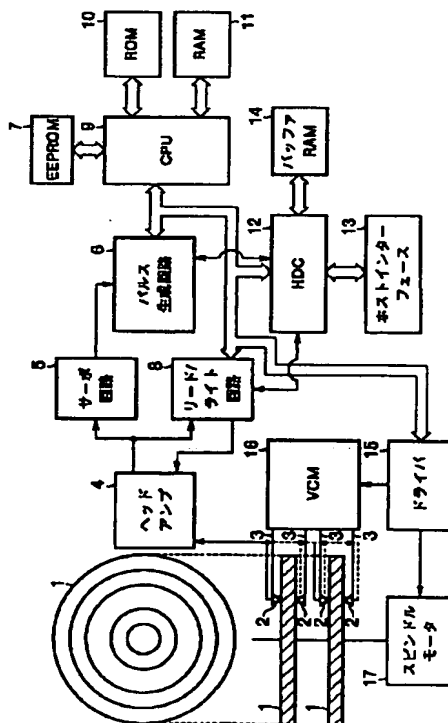
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 磁気ディスク装置及び同装置の故障予測方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明はパフォーマンスを低下させることなく正確な故障診断が行える磁気ディスク装置及び同装置の故障予測方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 本発明は、通常時（非警戒モード時）においてECCコレクション数による第1の診断を行ない、この第1の診断結果に基づく故障警戒中はエラーレートによる第2の診断を行なう。これら第1および第2の診断は、ROM10内にコード化され、メディア1、RAM11、バッファRAM14等を制御するファームウェアにより実現される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 故障の可能性が高いかどうかを診断し得る第 1 の診断機能およびこの第 1 の診断機能よりも処理時間が短い第 2 の診断機能を有する診断手段と、前記診断手段の第 2 の診断機能の診断結果に応じて、前記第 1 の診断機能による診断を行なうか否かを決定する決定手段と、を具備することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 2】 前記第 1 の診断機能は、エラーレート測定することにより故障の可能性を診断することを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 3】 前記第 1 の診断機能による故障可能性の診断は、前記第 2 の診断機能による故障可能性の診断よりも、診断精度が高いことを特徴とする請求項 1 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 4】 故障の可能性が高いかどうかを診断し得る複数の診断手段と、前記複数の診断手段のうち、幾つかの診断手段による診断結果に基づいて、他の診断手段による診断を選択する選択手段と、を具備することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 5】 前記選択手段は、診断手段の数を変化させることで、診断精度を上げることを特徴とする請求項 4 に記載の磁気ディスク装置。

【請求項 6】 故障予測に関する自己診断機能を有する磁気ディスク装置において、前記自己診断機能による診断結果に基づいて、当該自己診断機能による診断内容を変化させることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項 7】 故障の可能性が高いかどうかを診断し得る第 1 の診断機能およびこの第 1 の診断機能よりも処理時間が短い第 2 の診断機能を有する診断手段を有し、前記診断手段の第 2 の診断機能の診断結果に応じて、前記第 1 の診断機能による診断を行なうか否かを決定することを特徴とする磁気ディスク装置の故障予測方法。

【請求項 8】 前記第 1 の診断機能は、エラーレートを測定することにより故障の可能性を診断することを特徴とする請求項 7 に記載の磁気ディスク装置の故障予測方法。

【請求項 9】 前記第 1 の診断機能による故障可能性の診断は、前記第 2 の診断機能による故障可能性の診断よりも、診断精度が高いことを特徴とする請求項 7 に記載の磁気ディスク装置の故障予測方法。

【請求項 10】 故障の可能性が高いかどうかを診断し得る複数の診断手段と、前記複数の診断手段のうち、幾つかの診断手段による診断結果に基づいて、他の診断手段による診断を選択することを特徴とする磁気ディスク装置の故障予測方法。

【請求項 11】 前記選択手段は、診断手段の数を変化させることで、診断精度を上げることを特徴とする請求

項 10 に記載の磁気ディスク装置の故障予測方法。

【請求項 12】 故障予測に関する自己診断機能を有する磁気ディスク装置において、前記自己診断機能による診断結果に基づいて、当該自己診断機能による診断内容を変化させることを特徴とする磁気ディスク装置の故障予測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、回転する円盤状の磁気ディスクに対し、磁気ヘッドがシーク動作することによりデータ記録（または読み出し）を行なう磁気ディスク装置、特に、故障診断機能を有する磁気ディスク装置及び同装置の故障予測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から知られているこの種の磁気ディスク装置は、コンピュータの外部記憶装置として広く普及している。回転する円盤状の磁気ディスク（以下、メディアと称する）に対し、磁気ヘッドがメディアの半径方向にシーク動作することによりデータ記録（または読み出し）を行なう磁気ディスク装置は、機械的な動作部分を有しているため例えば半導体装置等に比べて故障率が高い。したがって、例えばユーザが定期的にデータのバックアップを取るといった人為的な故障対策が必要であった。

【0003】 このような事態をふまえて、装置自らが故障を診断する機能を備えた磁気ディスク装置が製品化されてきている。このような磁気ディスク装置における故障の自己診断機能によれば、RAWエラーレート（生エラーレート、以下単に「エラーレート」と称する）、C S S（Contact Start Stop）回数、起動リトライ、シークパフォーマンス等、装置の故障につながる要因を示すパラメータが定期的にチェックされ、故障の発生が予測され得るような危険な状態にあるか否かが診断される。そして危険な状態にあると診断された際には、ホストシステムに対して事前に警告を出すことが行われる。ホストシステムに警告を出すタイミングとしては、あまり早くても都合が悪く、遅ければ意味がない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 このような故障の自己診断機能を有する磁気ディスク装置には次のような問題がある。すなわち、多数のパラメータをチェックするようにすれば、より正確な故障診断を行えるという反面、磁気ディスク装置本来の機能であるところの、データの読み書きに係るデータ転送能力（パフォーマンス）が低下してしまうという問題がある。そこで、本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、パフォーマンスを低下させることなく正確な故障診断が行える磁気ディスク装置及び同装置の故障予測方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1に係る磁気ディスク装置は、故障の可能性が高いかどうかを診断し得る第1の診断機能およびこの第1の診断機能よりも処理時間が短い第2の診断機能を有する診断手段と、前記診断手段の第2の診断機能の診断結果に応じて、前記第1の診断機能による診断を行なうか否かを決定する決定手段と、を具備することを特徴とする。

【0006】本発明の請求項4に係る磁気ディスク装置は、故障の可能性が高いかどうかを診断し得る複数の診断手段と、前記複数の診断手段のうち、幾つかの診断手段による診断結果に基づいて、他の診断手段による診断を選択する選択手段と、を具備することを特徴とする。

【0007】本発明の請求項6に係る磁気ディスク装置は、故障予測に関する自己診断機能を有する磁気ディスク装置において、前記自己診断機能による診断結果に基づいて、当該自己診断機能による診断内容を変化させることを特徴とする。

【0008】本発明の請求項7に係る磁気ディスク装置の故障予測方法は、故障の可能性が高いかどうかを診断し得る第1の診断機能およびこの第1の診断機能よりも処理時間が短い第2の診断機能を有する診断手段を有し、前記診断手段の第2の診断機能の診断結果に応じて、前記第1の診断機能による診断を行なうか否かを決定することを特徴とする。

【0009】本発明の請求項10に係る磁気ディスク装置の故障予測方法は、故障の可能性が高いかどうかを診断し得る複数の診断手段と、前記複数の診断手段のうち、幾つかの診断手段による診断結果に基づいて、他の診断手段による診断を選択することを特徴とする。

【0010】本発明の請求項12に係る磁気ディスク装置の故障予測方法は、故障予測に関する自己診断機能を有する磁気ディスク装置において、前記自己診断機能による診断結果に基づいて、当該自己診断機能による診断内容を変化させることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

（第1実施形態）図1は、本発明の第1の実施形態に係る磁気ディスク装置のハードウェア構成を示すブロック図である。同図に示される磁気ディスク装置においては、複数のメディア（ここでは二枚）1がスピンドルモータ17により高速に回転運動可能な如く設けられている。メディア1の各データ面には、対向する一対のヘッド2が設けられている。メディア1が一枚の場合には、二つのヘッド2がメディア1の両面に対向して設けられる。

【0012】ヘッド2は、キャリッジと称されるヘッド移動機構3に取り付けられている。またヘッド2は、キャリッジ3の動作によりメディア1の半径方向に移動可能となっている。ヘッド2は、サーボ処理システム（ヘ

ッド位置決め制御機構）により、指定された目標シリンダ（目標トラック）上に位置決め制御される。通常はセクタ単位でデータのリード/ライトが行なわれる。

【0013】キャリッジ3は、ボイスコイルモータ（VCM）16により駆動され、VCM16はドライバ15により駆動される。またスピンドルモータ17もドライバ15により駆動される。ドライバ15は、モータドライバおよびVCMドライバ（ダブルドライバと称される）を構成するドライバIC（集積回路）である。

【0014】リード/ライト回路8は、ヘッドアンプ4により増幅されたヘッド2からのリード信号を入力し、データ再生動作に必要な信号処理を行なう。また、リード/ライト回路8は、データ記録動作に必要な信号処理を行ない、ライトデータに応じたライト電流をヘッドアンプ4を介してヘッド2に供給する。

【0015】リード/ライト回路8は、通常のユーザデータの記録再生処理と共に、ヘッド位置決め制御のサーボ処理に必要なサーボデータの再生処理を実行する。サーボデータには、ヘッド2の現在位置を示すシリンダアドレス及びシリンダ内の位置誤差を示すためのバーストデータ（バースト信号）が含まれている。サーボ回路5は、サーボ処理に必要な信号処理を実行する回路であって、リード/ライト回路8から出力されたデータパルスからシリンダアドレスを抽出して保持する。また、サーボ回路5は、バースト信号を抽出するためのサンプルタイミング信号をパルス生成回路6に対し出力し、あるいはセクタパルスの抽出処理を行なう。

【0016】CPU9は、サーボ回路5と共にヘッド位置決め制御を実行するサーボ処理システムを構成する。さらに、CPU9は、ヘッド位置決め制御以外に、リード/ライトデータの転送制御を含む磁気ディスク装置の各種駆動制御を実行する。CPU9は、ROM10に格納された制御プログラムに基づいて各種駆動制御を実行する。ROM10は、外部バスを介してCPU9に接続されている。このROM10には、磁気ディスク装置の故障診断のためのファームウェアが格納されている。またROM10には、データの出力レベルの変動、繰返し行われたリード処理の回数（リトライ回数）、ECC等のエラー訂正機能によりデータが正確に読み出されたこと等の条件が記憶されている。

【0017】CPU9はワンチップのマイクロプロセッサであり、入出力部としてA/DコンバータおよびD/Aコンバータを内蔵し、更に、命令RAMと称する内部リード/ライトメモリを有する。尚、同実施形態では、CPU9は、A/Dコンバータを用い、供給されるバースト信号BSをデジタルデータに変換する。又、CPU9はD/Aコンバータを用い、サーボ処理に必要な制御量（ヘッド位置決め制御等に必要な制御量）をアナログ信号に変換してドライバ15に出力する。

【0018】HDC12は、磁気ディスク装置とホスト

システムとのインターフェースを構成し、主としてリード/ライトデータの転送を行なうコントローラである。HDC12は、メディア1から読出されたセクタ単位のリードデータ及びメディア1に書き込むためのライトデータをバッファRAM14に一時的に格納する。HDC12とCPU9はデータ転送制御を行なうシステムを構成している。また、HDC12には、エラー検知回路が設けられている。このエラー検知回路は、メディア1から読み出されたデータに基づいてデータエラーを検知するほか、所定の狭い領域であれば、エラーを回復する機能、すなわちECC (Error Correction Code) 機能を有している。EEPROM7はCPU9に接続され、各種のデータを記憶する。

【0019】以上のように構成された本実施形態にかかる磁気ディスク装置の動作を説明する。図2は、本実施形態に係る磁気ディスク装置の動作を示すフローチャートである。ここで説明する動作は、ROM10内に格納されたファームウェアにより実現される。

【0020】まずステップS0において、初期化処理が行われる。このステップS0は磁気ディスク装置の電源投入直後に実行される。初期化処理では、HDC12、リード/ライト回路8、警戒モードフラグ等が初期化(リセット)される。そしてステップS2に移行する。

【0021】ステップS2はアイドルルーチンであって、ホストシステムからのコマンドを待ち受ける処理である。ホストシステムからコマンドを受領すると、コマンドインタラプトが発行され、ステップS10(コマンド処理)に移行する。

【0022】ステップS2のアイドル状態において、一定時間以上(例えば5秒間)ホストシステムからコマンドが到来しない場合は、ステップS4に移行する。ステップS4において、警戒モードフラグに基づき故障警戒中であるか否かが判定される。警戒モードフラグはRAM11内に記憶保持されるフラグである。故障警戒中である場合は、ステップS6に移行する。ステップS6においては、正確に故障の発生を予測し得るような高精度の故障診断、ここではエラーレートの測定、が行われる。エラーレートは装置の故障につながる要因を示す有効なパラメータとされているが、統計的手法を含むデータ計測であるため比較的長時間(数十秒以上)の測定時間を要する。エラーレートの測定後は、パワーセーブモードに係るパワーダウン処理に移行する。

【0023】また、故障警戒中でない場合は、ステップS6を実行せず単にパワーダウン処理に移行する。これにより故障警戒中でない正常な状態において上記エラーレート測定を行なうことによるパフォーマンスの低下を抑えることができる。パワーダウン処理については、ここでは説明を省略する。

【0024】なお、エラーレート測定中にホストシステムからコマンドを受領した際は、測定を中断してコマン

ド実行を行なう場合と、測定が完了するまでコマンドの実行を遅延させる場合とが考えられる。コマンドの実行を遅延させることは、パフォーマンスの低下を招く。測定を中断する場合でも、オーバーヘッドが生じるためパフォーマンスの低下を招く。したがって、当該エラーレート測定は頻繁に実行するべきではない。

【0025】ところが本実施形態は、特定の条件下(故障警戒中)においてのみ上記エラーレート測定を行なうため好ましい。図3はコマンド処理(S10)を示すフローチャート図である。

【0026】まずステップS11において、コマンドコードに基づきコマンドの種類が判定される。次にステップS12において、“リードコマンド”と判定された場合は、ステップS20におけるリードコマンド処理に移行する。

【0027】また、ステップS13において、“ドライブステータスリードコマンド”と判定された場合は、ステップS30におけるドライブステータスリード処理に移行する。

【0028】コマンド処理S10は、上記以外の“他のコマンド”を処理するものとなっているがここでは説明を省略する。図4は、リードコマンド処理(S20)を示すフローチャート図である。

【0029】まずステップS21において、ホストシステムから送られてきたコマンドに応じたリード/ライト回路8およびHDC12等の動作によるリード処理が行われる。

【0030】次にステップS22において、磁気ディスク装置のパフォーマンスにそれほど影響を与えることがなく、かつ上記エラーレートの変動特性に近似するような診断、すなわちECCコレクション数の取得が行われる。このECCコレクション数は、HDC12によるECCコレクションがイネーブルの状態にある場合のリード処理においてコレクションされたデータ(コレクテッドデータ)数である。そしてステップS221に移行する。ステップS221においては、警戒モードに入ってから一定時間以上経過しているか否かが判定される。ここで、YESと判定された場合は、ステップS23に移行し、警戒モードフラグがリセットされる。警戒モードフラグはRAM11内に記憶保持される。

【0031】次にステップS24において、コレクテッドデータ数(ECCコレクション数)が、所定のスレッシュホールドよりも大きいと判定する。ここで所定のスレッシュホールドよりも大きい(具体的にはオンザフライコレクションが10³に一回の割合で行われた、等)場合は、ステップS25において上記警戒モードフラグをセットする。これにより、磁気ディスク装置は故障警戒状態となる。

【0032】図5は、ドライブステータスリードコマンド処理(S30)を示すフローチャートである。まずス

テップS31において、警戒モードフラグを調べることにより警戒モード（故障警戒中）であるか否かが判定される。警戒モードフラグはRAM11内に記憶保持されている。警戒モードである場合はステップS32に移行する。また警戒モードでない場合はステップS34に移行する。

【0033】ステップS32においては、先のステップS6におけるエラーレートの測定結果に基づく故障診断が行われる。続くステップS33において、上記エラーレートが所定のスレッシュホールドよりも大きい場合（例えばエラーレートが 10^{-3} 以上）は“異常”と判定され、ステップS36に移行する。また上記エラーレートがスレッシュホールドよりも小さい場合はステップS34に移行する。

【0034】ステップS34においては、ECCコレクション数に基づく故障診断が行われる。続くステップS35において、上記ECCコレクション数が所定のスレッシュホールドよりも大きい場合（例えばオンザフライコレクションが 10^3 に一回の割合で行われた）は“異常”と判定され、ステップS36に移行する。また上記ECCコレクション数がスレッシュホールドよりも小さい場合はステップS37に移行する。

【0035】ステップS36においては、ホストインターフェース13を介して、ホストシステムに対しドライブステータスが異常である旨を報告する。また、ステップS37においては、同インターフェース13を介してホストシステムに対しドライブステータスが正常である旨を報告する。なお、ステップS34およびステップS35におけるECCコレクション数による診断は、非故障警戒モード中の場合、あるいはエラーレートを用いる診断結果が“正常”である場合にも実行され得るが、場合によっては省略しても構わない。

【0036】このような第1実施形態によれば、通常時（非警戒モード時）においてECCコレクション数による第1の診断を行ない、この第1の診断結果に基づく故障警戒中、すなわちステップS25による警戒フラグのセット中は、エラーレートによる第2の診断を行なうことにより、必要最小限の診断処理によつて的確な故障予測を行なうことが可能となる。

【0037】したがって、磁気ディスク装置が接続されるホストシステムは、磁気ディスク装置の故障予測を適切なタイミングでユーザに知らせることが可能となり、これによりユーザは適切な故障対策を講じることができ

る。

【0038】なお、上記第1の診断は、ECCコレクション数による診断に限定されず、磁気ディスク装置のパフォーマンスにそれほど影響を与えず、かつエラーレートの変動特性に近似するような他のパラメータを用いても良い。

【0039】また故障警戒中において故障を高精度に診

断する診断パラメータとしては、エラーレートの一種類のみに限定されない。本実施形態では、エラーレートに対しその近似特性を与えるECCコレクション数を組み合わせることとしたが、例えば第1の診断をCSS起動時間の測定、第2の診断をCSS起動電流値およびリトライ回数とするような他の診断パラメータの組み合わせに置き換えても良い。すなわち、第1実施形態の場合、第1の診断は磁気ディスク装置のパフォーマンスにそれほど影響がないような診断、第2の診断は正確に故障の発生を予測し得るような高精度の診断、とすれば良い。

【0040】（第2実施形態）第2実施形態は、第1実施形態の変形例に係り、第1実施形態と同様部分については説明を省略する。

【0041】第1実施形態は、通常時（非警戒モード時）においてECCコレクション数による第1の診断を行ない、この第1の診断結果に基づく故障警戒中はエラーレートによる第2の診断を行なうものであったが、第2の実施形態は、第1の診断結果に応じて故障警戒のレベル（故障警戒度）を定め、故障警戒中において、かかるレベルに応じた種々の診断（第2の診断）を行なうものである。すなわち、第1実施形態においては故障警戒レベルは1であつてが、第2実施形態においては故障警戒レベルを複数としている。言い替えれば第1の診断による診断結果に基づいて第2の診断を選択可能となっている。

【0042】このような第2実施形態の具体例によれば、ECCコレクション数、すなわちHDC12によるECCコレクションがイネーブルの状態にある場合のリード処理においてコレクションされたデータ（コレクテッドデータ）数を用いる第1の診断結果に基づいて、例えば三段階の故障警戒レベルが決定される。故障警戒レベル決定に係るステップは、図4のステップS24およびステップS25に対して置き換えられる。そして、故障警戒レベル1においてはエラーレートによる診断、故障警戒レベル2においてはエラーレートおよびCSS（起動電流、リトライ回数）を用いる診断、そして故障警戒レベル3においてはエラーレートおよびCSSおよびシークパフォーマンスを用いる診断、が行なわれる。これらの診断処理に係るステップは、図2のステップS4およびステップS6に置き換えられる。なお、故障警戒レベル2および故障警戒レベル3における“異常”の診断は、当該レベルにおいて何れかのパラメータが異常を示す場合、あるいは全てのパラメータが異常を示す場合を意味する。

【0043】なお第1の診断は、ECCコレクション数による診断に限定されず、第1実施形態と同様に、磁気ディスク装置のパフォーマンスにそれほど影響を与えないような診断、例えばCSS起動時間の測定等であっても良い。また、第2の診断の故障警戒レベルは三段階に限定されず何段階でも良い。また第2の診断の種類も上

記したものに限定されず、所要の診断精度が最低限得られるような任意の診断を行なうようにしても良い。

【0044】このような第2実施形態によれば、第1実施形態よりも柔軟かつ多様な故障診断を高精度に行えるという利点がある。本発明は上述した実施形態に限定されず、例えば第1実施形態と第2実施形態とを組み合わせる等、種々変形して実施可能である。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、故障の兆候が認められない初期の段階においては必要最小限の自己診断のみを行ない、これによりパフォーマンス低下を抑制し、故障の兆候が認められる警戒段階においては、危険度に応じて自己診断を拡張し、これにより精度良く診断を行なう磁気ディスク装置及び同装置の故障予測方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る磁気ディスク装置の概略構成を示すブロック図。

【図2】第1実施形態に係る磁気ディスク装置の動作を示すフローチャート。

【図3】第1実施形態に係る磁気ディスク装置のコマンド処理を示すフローチャート。

【図4】第1実施形態に係る磁気ディスク装置のリード

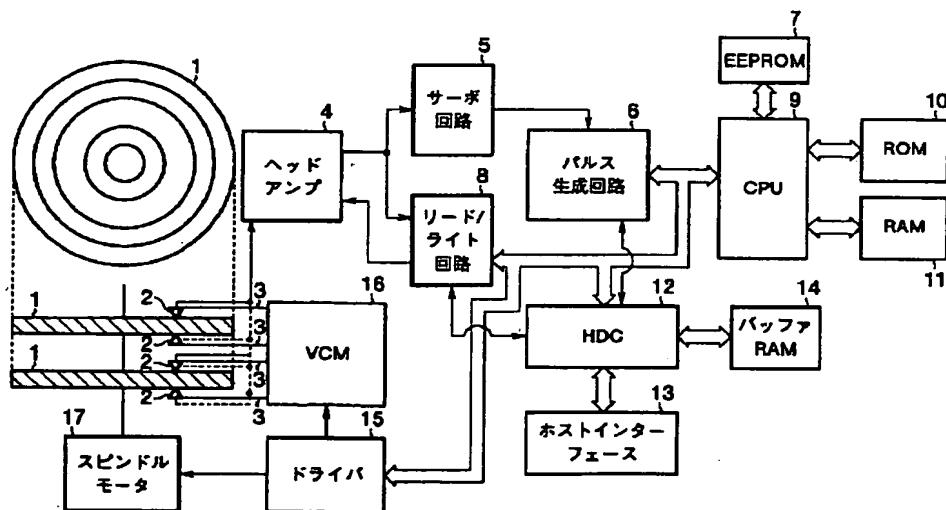
コマンド処理を示すフローチャート。

【図5】第1実施形態に係る磁気ディスク装置のドライブステータスリードコマンド処理を示すフローチャート。

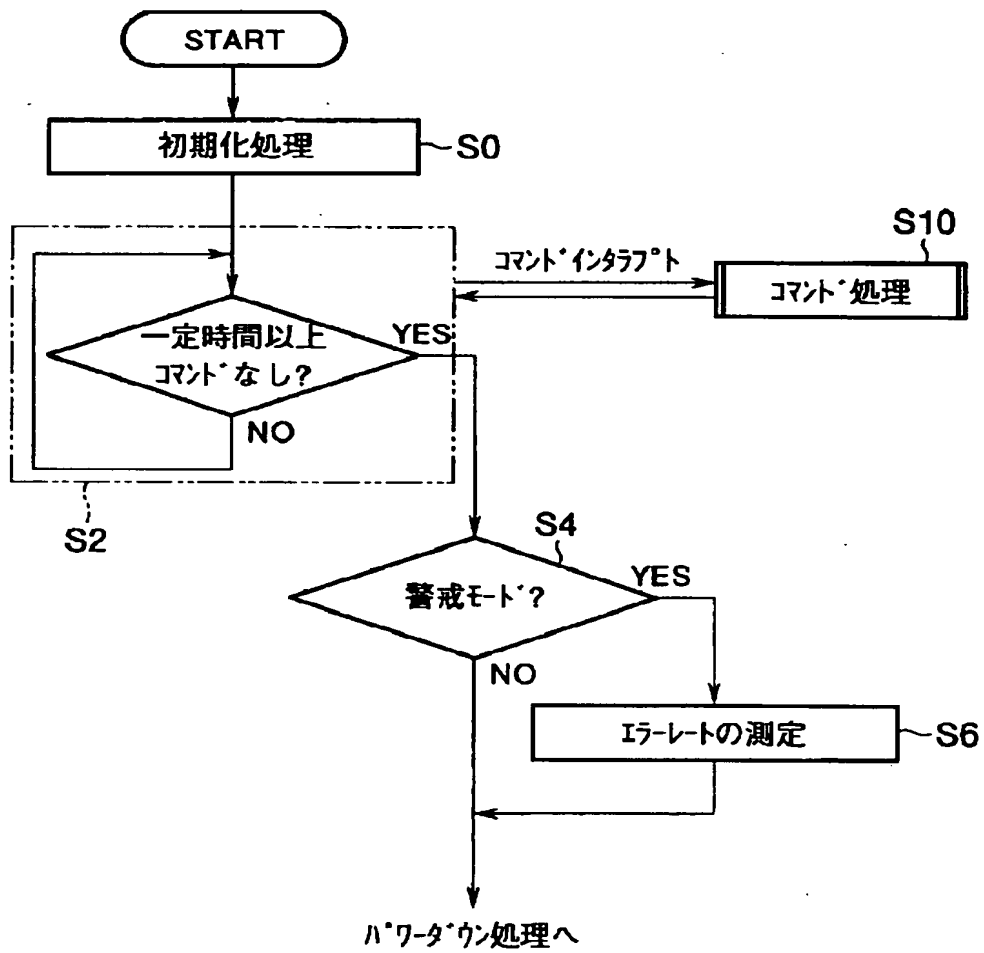
【符号の説明】

- 1…メディア（磁気ディスク）
- 2…磁気ヘッド
- 3…キャリッジ
- 4…ヘッドアンプ
- 5…サーボ回路
- 6…パルス生成回路
- 7…EEPROM
- 8…リード/ライト回路
- 9…CPU
- 10…ROM
- 11…RAM
- 12…HDC
- 13…ホストインターフェース
- 14…バッファRAM
- 15…ドライバ
- 16…VCM
- 17…スピンドルモータ

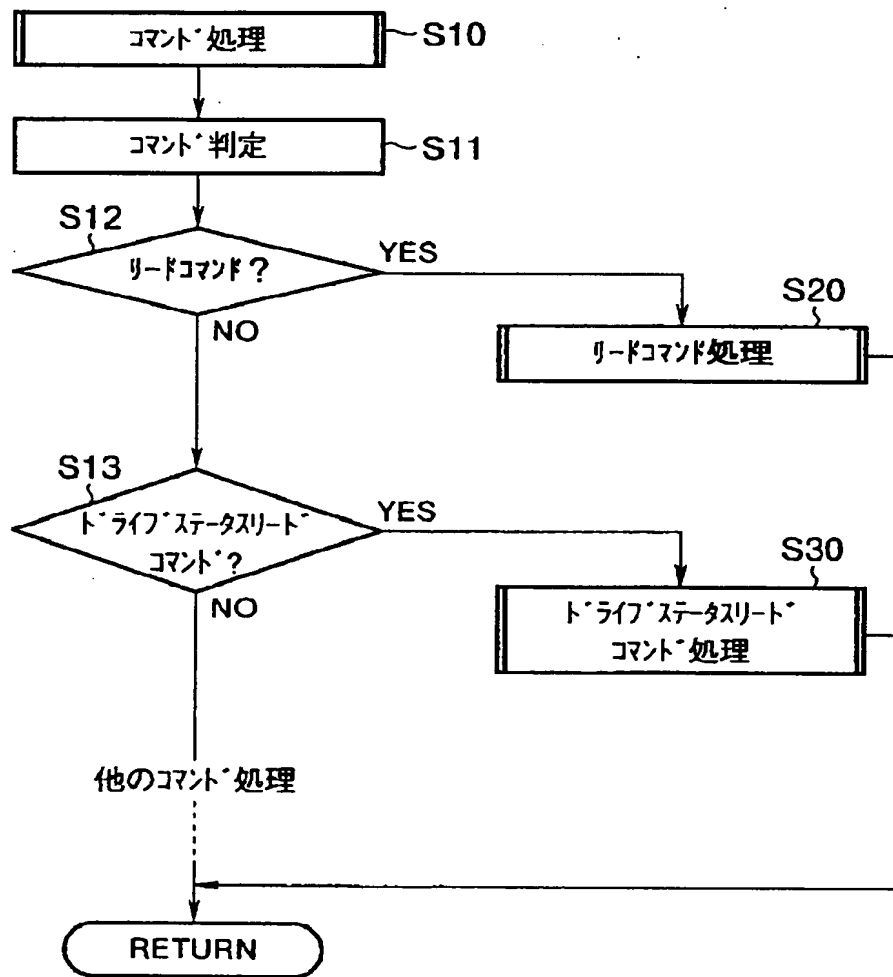
【図1】



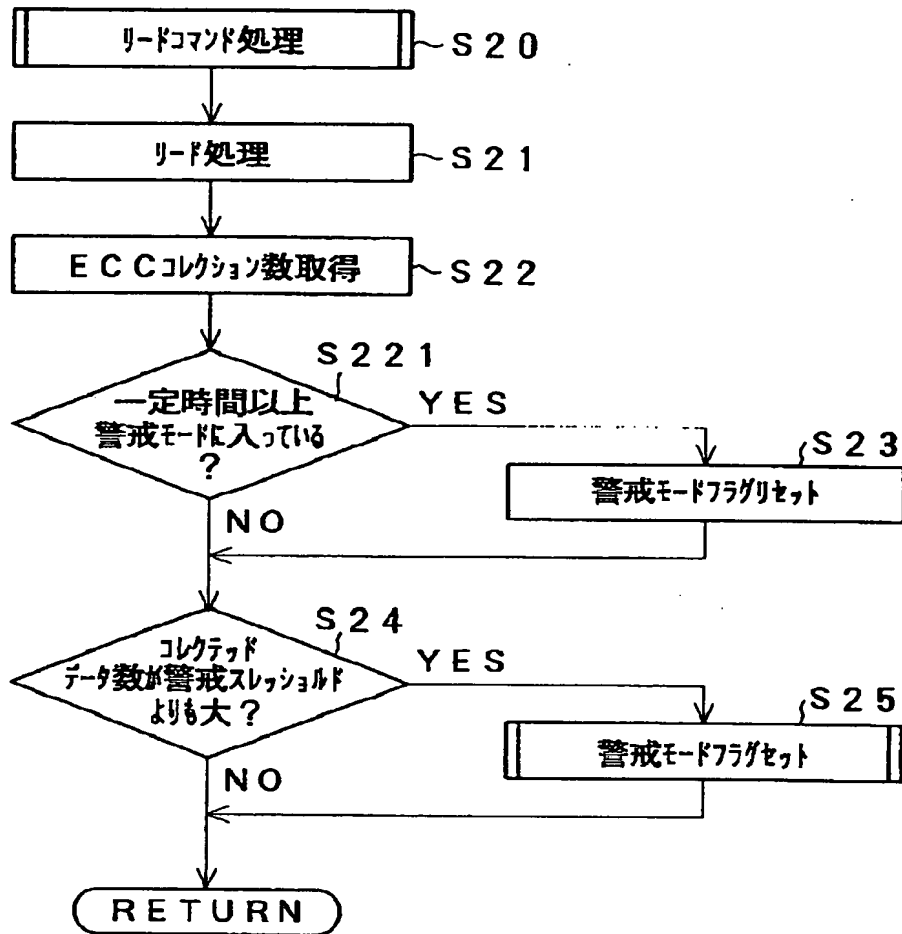
【図2】



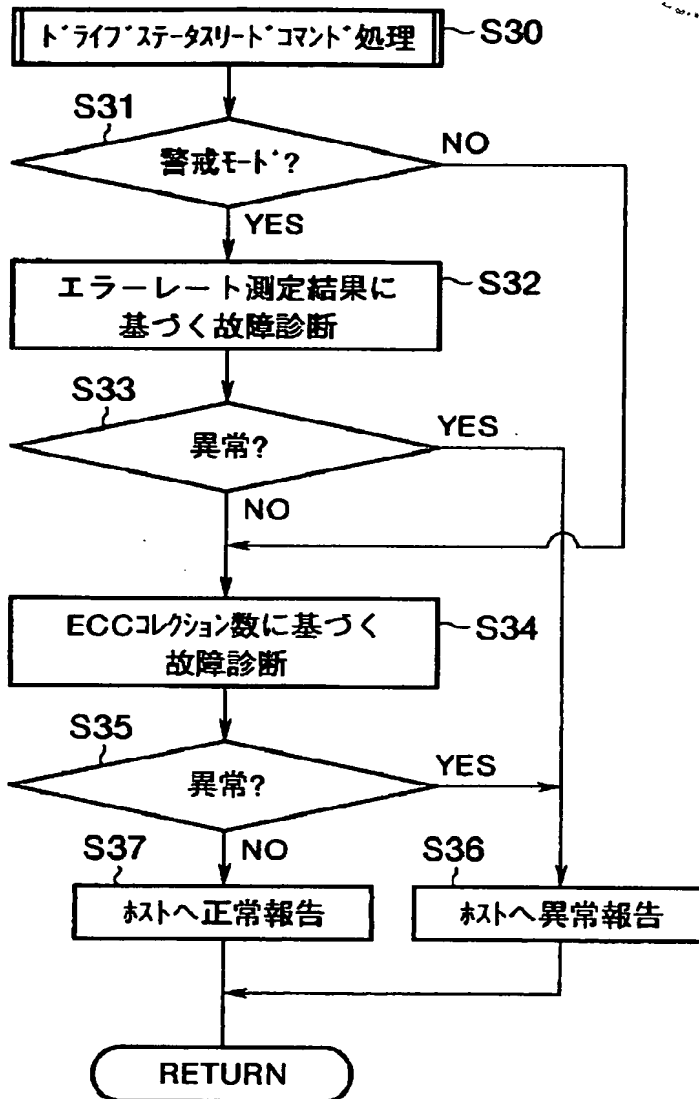
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G11B 20/18

識別記号

572

片内整理番号

F I

G11B 20/18

技術表示箇所

572 F